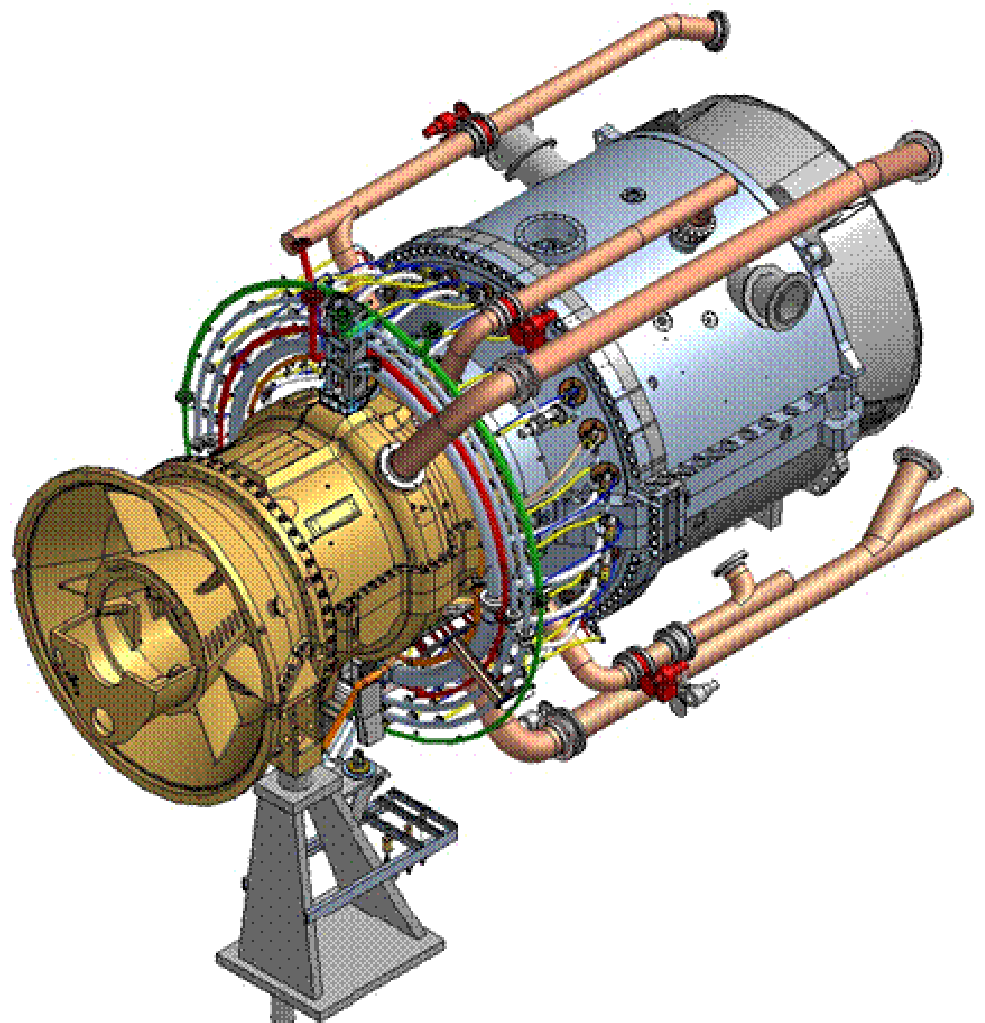


TURBINA A GAS V94.3A

PRESENTAZIONE TECNICA



INDICE

- 1. DESCRIZIONE DELLA TURBINA A GAS**
 - 1.1 Caratteristiche Generali di Progetto della V94.3A**
 - 1.2 Foglio dati della Turbina Gas**
 - 1.3 Descrizione dei sistemi ausiliari della Turbina a Gas**
 - 1.4 Normative applicabili**

- 2. SISTEMA DI REGOLAZIONE, MONITORAGGIO E PROTEZIONE DELLA TURBINA A GAS**
 - 2.1 Descrizione del sistema**
 - 2.2 Installazione e condizioni ambientali**
 - 2.3 Normative applicabili**

- 3. REFERENZE DELLA TURBINA A GAS V94.3A**

1. DESCRIZIONE DELLA TURBINA A GAS

La turbina a gas V94.3A è una turbina a gas ad unico albero, collegata al generatore dal lato compressore, con camera di combustione anulare, per impianti di produzione di potenza, progettata per funzionare a 50Hz. La turbina a gas è adatta a funzionare in modalità di carico base e può essere operata sia in ciclo aperto che in ciclo combinato.

1.1 Caratteristiche Generali di Progetto della V94.3A

Corpo Macchina

La turbina a gas V94.3A è basata sul principio costruttivo di avere un unico albero: comprende un compressore assiale con quindici (15) stadi ed una turbina assiale avente quattro (4) stadi.

Il rotore consiste di una sezione frontale di albero, quindici (15) dischi palettati del compressore, una sezione centrale con tre (3) dischi non palettati (denominati Central Unbladed Disk, i.e. CUD), quattro (4) dischi palettati di turbina ed una sezione di albero posteriore; tutte queste parti sono tenute assieme da un unico tirante centrale con un dado di serraggio dal lato turbina.

Il dado di serraggio è stretto sul tirante centrale che è pretensionato; questa procedura evita sollecitazioni torsionali delle parti del rotore durante l'assemblaggio.

Ciascun disco di rotore ha, su entrambi i lati, dentature di tipo Hirth radiali, che provvedono all'allineamento radiale tra le varie sezioni del rotore, assicurando la trasmissione della coppia e permettendo libere espansioni e contrazioni nella direzione radiale. Tale caratteristica costruttiva è di particolare importanza per la vita delle parti del rotore quando si verificano cambiamenti delle condizioni di funzionamento e variazioni di distribuzione di temperatura nel rotore; grazie a ciò le turbine a gas V94.3A hanno brevi tempi di

avviamento, carico e scarico ed hanno un funzionamento senza problemi durante tutte le condizioni di temperatura costante e variabile nel rotore.

Il rotore che risulta da una tale costruzione è un tamburo auto-supportante, con basso peso ed elevata rigidità, perciò può essere supportato da soltanto due cuscinetti, uno in corrispondenza della sezione frontale dell'albero ed uno in corrispondenza di quella posteriore. Ciò elimina la necessità di avere un ulteriore cuscinetto tra il compressore e la turbina. Il cuscinetto dal lato compressore è un cuscinetto combinato di spinta e guida, progettato per sopportare la spinta assiale del rotore.

I due cuscinetti sono posti al di fuori della zona in pressione della turbina a gas, fornendo la base per un buon allineamento costante ed per eccellenti qualità di rotazione.



Il rotore della V94.3A

Tutte le pale statoriche e rotoriche di turbina, eccetto quelle rotoriche dell'ultimo stadio sono refrigerate con aria. L'aria di refrigerazione viene fornita a differenti livelli di pressione e temperatura, al fine di ottenere allo stesso tempo il migliore effetto refrigerante possibile ed il migliore rendimento possibile. L'aria refrigerante, dopo essere passata attraverso le pale, sia statoriche che rotoriche, si scarica nel flusso dei gas caldi transitanti in turbina.

Il disegno della turbina a gas V94.3A si basa su un principio costruttivo a due casse che va dal 10° stadio del compressore fino allo scarico della turbina, comprendendo la camera di combustione. Invece la cassa che va dall'ingresso del compressore fino al 9° stadio del compressore stesso è costruita sul principio della cassa singola.

Il vantaggio principale del disegno a doppia cassa è che siano decisamente separati i carichi meccanici da quelli termici: tutti i carichi meccanici, dovuti alla pressione interna, sono sopportati dalla cassa esterna, sulla quale i carichi termici sono bassi, mentre tutti i carichi termici sono sopportati dalla cassa interna, su cui i carichi meccanici sono bassi.

Il generatore è azionato dal lato (freddo) del compressore. Questo facilita l'inserimento di un diffusore dei gas di scarico avente una geometria ottimizzata ed un convogliamento dei gas di scarico stessi con basse perdite verso l'eventuale caldaia a recupero senza significativi cambiamenti di direzione.

Camera di combustione

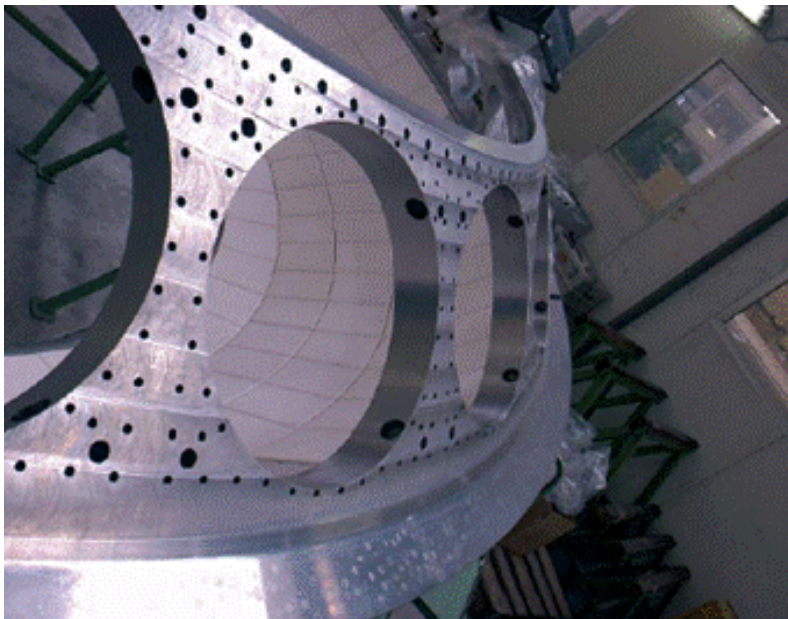
La turbina a gas V94.3A è dotata di una camera di combustione anulare e 24 bruciatori a basse emissioni di NOx dry sia per combustibile gas che per combustibile olio.

La zona di combustione circonda la sezione d'ingresso del primo stadio di turbina.

La camera di combustione è montata dentro alla sezione centrale della cassa esterna.

La cassa della camera di combustione è composta da scudi di acciaio fuso debolmente legato che sono completamente circondati dall'aria di scarico del compressore. Perciò questi non sono esposti alle variazioni locali di temperatura sulla superficie in contatto con i gas caldi.

La superficie esposta ai gas caldi è formata da scudi protettivi fatti di piastrelle ceramiche.



Vista parziale della camera di combustione

Bruciatori

Il bruciatore della V94.3A è basato sul principio costruttivo di bruciatore ibrido, che è in grado di sviluppare basse emissioni di NOx e CO ed una combustione stabile ed affidabile combustibile gassoso.

L'aerodinamica del bruciatore è data da due vorticatori (uno assiale ed uno diagonale) concentrici e rotanti nello stesso senso; il bruciatore consiste di un bruciatore centrale per la fiamma pilota che serve da supporto alla fiamma principale che è altamente premiscelata. La fiamma pilota è parzialmente premiscelata.

Il bruciatore della V94.3A comprende le seguenti caratteristiche costruttive:

- I tubi di distribuzione del gas premix sono integrati nelle pale che generano i vortici. Ciò minimizza il pericolo di locali auto-ignizioni e migliora il miscelamento con l'aria che giunge al vorticatore diagonale;
- Il profilo del passaggio del premix aumenta la velocità tangenziale all'ingresso del bruciatore. Ciò minimizza il tempo di residenza della miscela all'interno del canale con una corrispondente diminuzione del rischio di ritorno di fiamma;
- Il profilo del bordo d'ingresso del passaggio del premix è disegnato con margini lisci per evitare la separazione del flusso all'ingresso del bruciatore.

La camera di combustione a bruciatori ibridi combina tutti i vantaggi di una combustione ottimale, tra cui:

- basse emissioni di NOx and CO
- basse cadute di pressione
- elevata flessibilità di funzionamento
- disegno completamente simmetrico
- ottimo tra dimensione e numero dei bruciatori
- disegno compatto con buona accessibilità.

1.2 Foglio Dati della Turbina a Gas

Numero di stadi con pale statoriche a calettamento variabile	1
Numero di stadi del compressore	15
Numero di stadi della turbina	4
Caratteristiche costruttive del rotore	Multi-dischi con dentatura Hirth e tirante centrale
Tipo di camera di combustione	anulare
Numero di camere di combustione	1
Numero di bruciatori	24
Tipo di sistema di avviamento	Convertitore Statico di Frequenza
Potenza nominale del sistema di avviamento	4500 kW
Tempo di raggiungimento della condizione "full speed no load" con partenza da fermo	4 min
Gradienti di carico	13 MW/min (TG fredda/tiepida)**
Velocità nominale	3000 rpm
Temperatura Massima di Ingresso Turbina (*)	1230 °C ± 10 °C

(*) in accordo alla normativa ISO 2314

(**)Applicabile fino ad IGV completamente aperte (circa 98,5% di carico), dopodichè il gradiente di caricò è 6 MW/min

1.3 Descrizione dei sistemi ausiliari della Turbina a Gas

I sistemi ausiliari sono quei sistemi che sono necessari per il funzionamento della Turbina a Gas e quindi possono essere considerati parte integrante della macchina. Questi sistemi sono brevemente descritti qui di seguito.

SISTEMA DI BLOW OFF

Il compressore assiale della turbina a gas è progettato per marciare alla velocità nominale del generatore accoppiato alla turbina. Poiché, durante l'avviamento e lo spegnimento, la velocità si colloca al di sotto del campo di velocità ammesso, l'aria deve essere estratta dalla posizione selezionata del compressore, allo scopo di impedire l'insorgenza dell'effetto pompaggio.

SISTEMA DELL'OLIO DI LUBRIFICAZIONE E DI SOLLEVAMENTO

Il sistema dell'olio di lubrificazione eroga olio ai cuscinetti del compressore e della turbina della turbina a gas e ai cuscinetti del generatore. L'olio erogato svolge funzioni differenti; in primo luogo esso crea una pellicola che impedisce il contatto metallo-metallo tra le zone di albero sorrette da supporti e l'involucro dei cuscinetti, riducendo in tale modo l'attrito. In secondo luogo il flusso d'olio rimuove calore dalle zone del cuscinetto. L'olio lubrificante è pure usato per comandare il viradore. Inoltre esso produce un'azione di spinta per sollevare l'albero alle basse velocità.

SISTEMA DELL'OLIO IDRAULICO

Il sistema dell'olio idraulico ha la funzione di posizionare la valvola di regolazione del gas combustibile a seconda delle esigenze del dispositivo di comando, aprendo o chiudendo le valvole di stop di emergenza quando

l'impianto è avviato o arrestato e quando avviene il cambio del tipo di combustibile. Inoltre l'impianto chiude immediatamente la valvola di stop di emergenza in caso di guasti che richiedono immediato spegnimento del turbogas (blocco).

SISTEMA DEL GAS COMBUSTIBILE

Il sistema del gas combustibile alimenta i bruciatori con gas combustibile pulito e filtrato, e regola la quantità che fluisce nella camera di combustione in relazione a quanto richiesto per l'avviamento, il funzionamento e la fermata.

Il sistema consiste essenzialmente della valvola di fermata di emergenza, e delle valvole di controllo della diffusione, del premix e del pilota.

SISTEMA DELL'OLIO COMBUSTIBILE

Il sistema dell'olio combustibile alimenta i bruciatori con olio combustibile pulito e filtrato, e regola la quantità che fluisce nella camera di combustione in relazione a quanto richiesto per l'avviamento, il funzionamento e la fermata.

Il sistema consiste essenzialmente di un filtro duplex, di una pompa di iniezione, della linea di alimento della diffusione e della linea di ritorno dai bruciatori a diffusione (in ciascuna linea sono presenti valvole di fermata e di controllo) e della linea di alimento del premix nella quale sono presenti allo stesso modo valvole di fermata e controllo.

SISTEMA DEL GAS DI ACCENSIONE

Nel caso di funzionamento ad olio combustibile si utilizza un sistema dedicato di accensione in modo da accendere l'olio combustibile durante la partenza della turbina a gas.

SISTEMA DELL'ACQUA DI SPURGO

Il sistema dell'acqua di spurgo ha lo scopo di fornire il giusto quantitativo di acqua di lavaggio (acqua demi) necessaria per diversa finalità. L'acqua di spurgo è necessaria per pulire e spurgare le linee diffusione e premix dell'olio combustibile in modo da evitare la formazione di residui di olio combustibile. In aggiunta, l'acqua di spurgo è anche iniettata durante la commutazione da olio diffusione a olio premix in modo da raffreddare i bruciatori premix.

SISTEMA LAVAGGIO COMPRESSORE

Il sistema è usato per rimuovere i depositi di impurità dalla palettatura del compressore. Tali depositi riducono la potenza erogata e il rendimento della turbina a gas. Sono previsti due tipi di lavaggio del compressore: lavaggio OFF line e ON line.

SISTEMA DI DRENAGGIO DELLA TURBINA

Il sistema di drenaggio elimina l'olio combustibile non combusto durante un mancato avviamento e scarica l'acqua dopo il completamento dell'operazione di lavaggio OFF-line del compressore.

SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO DELLA TURBINA

Allo scopo di evitare che la temperatura ammissibile del materiale all'interno della turbina sia superata, è indispensabile che la palettatura sia raffreddata. Il mezzo refrigerante è costituito dall'aria. L'aria di raffreddamento svolge pure una funzione di tenuta.

SISTEMA DI PRESA D'ARIA

Il sistema di presa d'aria serve a convogliare l'aria per la combustione all'ingresso del compressore, al fine di garantire:

- il necessario grado di filtrazione in tutte le condizioni ambientali;
- il rispetto delle emissioni sonore contrattuali in vicinanza della turbina a gas;
- la corretta distribuzione e regolarità della portata d'aria all'ingresso del compressore ed il suo regolare funzionamento fluidodinamico.

SISTEMA DEI GAS DI SCARICO

Il sistema di scarico dei gas ha la funzione di convogliare i gas di scarico all'uscita della turbina al fine di garantire:

- la corretta distribuzione e regolarità della portata dei gas di scarico al fine di ridurre le turbolenze, le cadute di pressione ed anomale sollecitazioni strutturali.

1.4 Standards applicabili

La turbina a gas e tutte le attrezzature fornite con essa, compreso il sistema di controllo, possiedono caratteristiche ben collaudate, essendo realizzate in conformità al progetto standard del produttore e sulla base della sua esperienza, che garantisce sicurezza e affidabilità di esercizio in tutte le condizioni.

La turbina a gas e i suoi ausiliari sono in accordo alla "European Directive for Machinery" (n° 98/37/CE, 2nd amendment 93/44/EGW). La certificazione completa CE e il certificato di conformità CE saranno allegati alla documentazione di macchina quando la macchina sarà spedita in sito (dopo l'ordine).

Standards applicabili

PED direttiva (97/23/EG)	(componenti in pressione)
ATEX (94/9/CE)	(protezione aree pericolose)
DIN	(materiali, fabbricazione e progettazione)
TUV	(progettazione delle parti in pressione)
ISO	(materiali, fabbricazione, progettazione e prove)
EN	(materiali, fabbricazione e progettazione)
IEC	(parte elettrica)
VDI	(progettazione, fabbricazione, vibrazioni dell'albero, bilanciamento)
KKS	(sistema di identificazione)
VDE	(parti elettriche)
CNR-UNI	(materiali, fabbricazione e progettazione)
CEI-UNEL	(parti elettriche)
ISO 2314	(prove di prestazioni)
NFPA	(protezione antincendio)
ISO 10816-4	(vibrazioni assolute)
ISO 7919	(vibrazioni relative dell'asse)

2. SISTEMA DI REGOLAZIONE, MONITORAGGIO E PROTEZIONE DELLA TURBINA A GAS

2.1 Descrizione del sistema

Il sistema di regolazione, monitoraggio e protezione della turbina a gas V94.3A (di seguito indicato come GTCMPS94) è l'apparecchiatura elettronica espressamente dedicata a svolgere le funzioni di regolazione, monitoraggio e protezione dell'assieme turbina a gas V94.3A e generatore di fabbricazione Ansaldo.

FUNZIONI DI REGOLAZIONE

Le funzioni di regolazione (Control Functions) sono le azioni continue e discontinue che hanno lo scopo di tenere le variabili di processo agli opportuni livelli di riferimento.

Il GTCMPS94 svolge le seguenti funzioni di regolazione:

- Sequenze di avviamento, generazione ed arresto
- Regolazione degli attuatori
- Regolazione del combustibile
- Gestione della Sincronizzazione

FUNZIONI DI MONITORAGGIO

Le funzioni di monitoraggio (Monitoring Functions) permettono all'operatore di iniziare manualmente le funzioni di regolazione e protezione e di seguire le azioni che si svolgono automaticamente; inoltre forniscono all'operatore stesso le informazioni relative allo stato del processo e delle apparecchiature.

Lo stato dell'apparecchiatura viene mostrato da simboli colorati, che riportano la marcia, la fermata, l'indisponibilità e gli allarmi.

Le più significative pagine grafiche presenti sul monitor sono le seguenti:

- Overview (Supervisione della turbina a gas e del generatore)
- Sequenza di avviamento
- Sequenza di fermata
- Regolazione del combustibile
- Sistema del combustibile
- Monitoraggio della camera di combustione
- Sistema olio di lubrificazione e di sollevamento
- Sistema olio idraulico
- Sistema aria ingresso
- Sistema valvole di Blow Off
- Analisi dei blocchi
- Elenco degli allarmi
- Monitoraggio Vibrazioni
- Elenco dei Display

FUNZIONI DI PROTEZIONE

Le funzioni di protezione (Protection Functions) sono azioni che puntano ad evitare situazioni di pericolo per salvaguardare l'integrità del processo e dell'apparecchiatura.

Alcune delle funzioni tipiche di blocco della turbina a gas sono le seguenti:

- Altissima vibrazione cuscinetti
- Altissima temperatura cuscinetti
- Altissima temperatura allo scarico
- Mancanza di fiamma

- Pompaggio del compressore
- Bassissimo livello olio serbatoio
- Bassissima pressione olio
- Guasto sistema idraulico
- Guasto GTCMPS94
- Sovra velocità turbina
- Bassissima pressione gas in ingresso
- Richiesta di blocco manuale
- Richiesta di blocco da esterno

2.2 Installazione e condizioni ambientali

Il GTCMPS94 va installato in un ambiente condizionato con temperature tra 4°C e 40°C ed umidità tra 40% e 80%.

Il sistema necessita delle seguenti condizioni per lo stoccaggio:

- Temperatura tra -6°C e 50°C
- Umidità tra 5% e 95% (senza condensa).

2.3 Normative applicabili

Durante la progettazione del sistema di controllo distribuito “SYMPHONY-HARMONY (RACK I/O)” di fabbricazione ABB Energy Automation sono stati osservate le seguenti normative.

Generali

EN ISO 9001:2000	Quality management system - Requirements
EN IEC 60439-1	To 5Low Voltage switchgear and control gear assemblies
KKS	Kraftwerk - Kennzeichensystem - Identification system for power station
EN 60617	Graphical Symbols for Diagrams

All applicable CEE directives for CE mark certification (e.g. Low Voltage directive 73/23/EEC, Electromagnetic Compatibility Directive 89/336/EEC directives)

Compatibilità Elettromagnetica

EN 61000-6-4	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic standard -Emission standard for industrial environment
EN 61000-6-2	Electromagnetic compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic standard - Immunity standard for industrial environments
EN IEC 61000	Electromagnetic compatibility (Applicable codes Part 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.8, 4.11, 4.12)
EN 55011	Industrial, scientific and medical radio frequency equipment - radio disturbance characteristic - Limits and methods of measurements
IEEE C37.90.1	Surge Withstanding Capabilities test with relay system associated with electric apparatus

Sicurezza

EN IEC 61010-1	Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use -. Part 1 - General requirements (Used as reference for ABB control systems CE mark certification)
EN IEC 60529	Degrees of protection provided by enclosures (IP Codes)
UL 94	Standard for Safety – Tests for flammability of plastic materials for parts in devices and appliances
CEI EN 50266	Common test method for cables under fire condition (correspondent European rules of CEI 20-22)
CEI 20-22	Prove di incendio sui cavi elettrici
CSA C22.2.142	Process Control Equipment

ISA S82.02.01 Electrical and electronic test, measuring, controlling and related equipment – General requirements

Condizioni Ambientali

EN IEC 60068 Environmental tests (Applicable codes: Part 1, 2.1, 2.2, 2.6, 2.14)

Installazione

NFPA 70 National Electric Code (U.S.A)

CSA C22.2.0 Canadian Electrical Code – Part 2 - General requirements

CSA C22.2.1 Canadian Electrical Code – Part 1 - Safety standard for electrical installation

ISA 71.04 Environmental Conditions for Process Measurement and Control Systems airborne Contaminants.

3. REFERENZE DELLA TURBINA A GAS V94.3A (Aggiornato a Agosto 2008)

Installation Site	Client	Country	First Firing
Hamma II 2	Sonelgaz	Algeria	2002
Pietrafitta	Enelpower	Italy	2002
Santa Barbara	Enelpower	Italy	2006
Ferrera Erbognone 1	Enipower	Italy	2003
Ferrera Erbognone 2	Enipower	Italy	2003
Ravenna 1	Enipower	Italy	2003
Ravenna 2	Enipower	Italy	2004
Mantova 1	Enipower	Italy	2004
Mantova 2	Enipower	Italy	2005
Brindisi 1	Enipower	Italy	2004
Brindisi 2	Enipower	Italy	2005
Brindisi 3	Enipower	Italy	2006
Voghera	Tractebel	Italy	2004
Rosignano	Tractebel	Italy	2006
Ferrara 1	S.E.F. (Società Enipower Ferrara)	Italy	2008
Ferrara 2	S.E.F. (Società Enipower Ferrara)	Italy	2008
Sparanise 1	Calenia Energia (EGL)	Italy	2006
Sparanise 2	Calenia Energia (EGL)	Italy	2007
Vado Ligure 1	Tirreno Power (Suez/Sorgenja)	Italy	2007
Vado Ligure 2	Tirreno Power (Suez/Sorgenja)	Italy	2007
Leinì	Acea Electrabel Produzione (former Piemonte Energia (Tractebel))	Italy	2007
Escatron 1	Enel	Spain	2007
Escatron 2	Enel	Spain	2007
Napoli Levante	Tirreno Power (Suez/Sorgenja)	Italy	2008
Moncalieri	Iride Energia	Italy	2008
Rizziconi 1	Rizziconi Energia (EGL)	Italy	2007
Rizziconi 2	Rizziconi Energia (EGL)	Italy	2008
Algeçiras 1	Enel	Spain	2009
Algeçiras 2	Enel	Spain	2009
M'Sila 1	Sonelgaz	Algeria	2009
M'Sila 2	Sonelgaz	Algeria	2009
Dunamenti	Dunamenti Erőmű zrt. (Electrabel)	Hungary	2010
Turano Lodigiano / Bertónico 1	Sorgenja	Italy	2010

Turano Lodigiano / Bertónico 2	Sorgenia	Italy	2010
Bayet	3CB SAS (Atel)	France	2010
San Severo	En Plus S.p.A. (Atel)	Italy	2010
Thisvi	Thisvi PGP S.A. (Edison)	Greece	2010
Marcinelle	Marcinelle Energie (Enel/Duferco)	Belgium	2010